

PAT-NO: JP409152568A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09152568 A

TITLE: METHOD FOR CORRECTING DEFECT OF
LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND
DEVICE THEREFOR

PUBN-DATE: June 10, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUZUKI, KENKICHI	
MATSUDA, MASAOKI	
OGINO, TOSHIO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTDN/A	

APPL-NO: JP07312729

APPL-DATE: November 30, 1995

INT-CL (IPC): G02F001/13 , G02F001/1333

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct only the defect in the final stage of the respective substrates of a liquid crystal display device and to make it possible to execute the perfect restoration by removing the thin film of a local defective part and forming a desired thin film in the defect part from which the film is removed by local film formation using an excimer laser.

SOLUTION: Gate lines 2 and drain lines 4 consist of thin films and the respective layers of the defect consisting of plural layers of these films and an insulating film 3 are etched. In such a case, the etching width is made larger the nearer the thin film of the upper layer. Namely, the etching area of the drain line 4 is maximized and the etching areas of the etching width of the insulating film 3 of the lower layer and the gate line 2 of the lower layer are made successively smaller. The part from which the defect part is removed is subjected to film formation from the gate line 2 of the lowermost layer by using the excimer laser to execute the film formation using the respective film forming materials in order of the restored gate line part 2', the insulating film part 3' and drain line part 4' in this order. The correction is thereby completed.

COPYRIGHT: (C) 1997, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-152568

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	1 0 1		G 0 2 F 1/13	1 0 1
1/1333	5 0 0		1/1333	5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-312729

(22) 出願日 平成7年(1995)11月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 鈴木 堅吉

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 松田 正昭

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 荻野 利男

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(74) 代理人 弁理士 武 嗣次郎

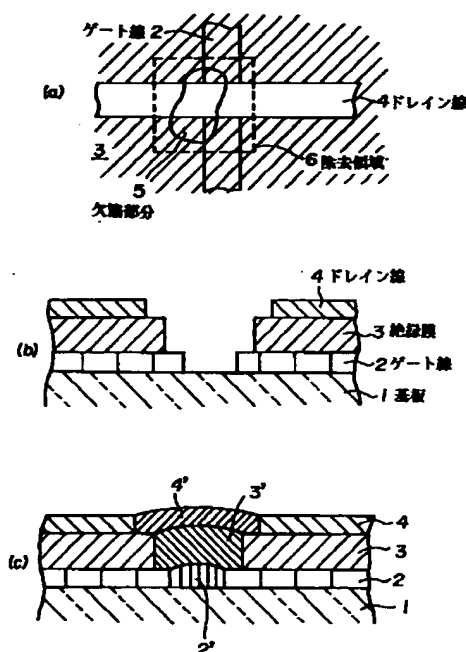
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子の欠陥修正方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】金属、絶縁膜からなる多層構造の全ての種類の欠陥の修正を液晶表示素子の各基板の最終工程においてのみ欠陥修正をおこなう。

【解決手段】液晶表示素子を構成する基板の最終段階において、基板に成膜した多層薄膜2、3、4をその上層からエキシマレーザーによるアブレーション現象または光分解反応性エッチングの何れかにより順次除去し、除去された欠陥部分に所要の薄膜2'、3'、4'を同レーザーを用いたLCVDによる局所成膜を各々独立に、または組み合わせて施す。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に形成した薄膜に存在する局所的な欠陥を修正する液晶表示素子の欠陥修正方法において、エキシマレーザーによるアブレーション現象または光分解反応性エッチングの何れかによる前記局所的な欠陥部分の薄膜の除去と、エキシマレーザーを用いたLCVDにより前記除去された欠陥部分に所要の薄膜を成膜することを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正方法。

【請求項2】液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正方法において、前記複数層の薄膜構造の欠陥部分をエキシマレーザーのアブレーション現象または光分解反応性エッチングの何れかを用いて前記欠陥部分を構成する複数層の最上層から内最下層まで一定形状に順次エッチングするに際し、次にエッチングする層をその前層のエッチング形状よりも順次小さくエッチングして前記欠陥部分を構成する各層を整形しつつ、前記欠陥部分を完全に除去した後、前記最下層からLCVDにより前記各層を順次成膜して修正することを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正方法。

【請求項3】請求項1または2の何れかにおいて、前記基板が液晶表示素子を構成するTFT基板もしくはカラーフィルタ基板であり、前記欠陥部分の前記除去工程と前記成膜工程を、前記基板の製作工程終了後に、各々独立にまたは同時に実行することを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正方法。

【請求項4】請求項1、2または3の何れかにおいて、前記エッチングを塩素系または弗素系のガスを用い、前記LCVDによる前記成膜のうち金属膜はAl、Cr、Ta、W、Mo、Ti等の有機金属の前駆物質を光分解することにより、また絶縁膜は前記有機金属の前駆物質に酸素、窒素、弗素、一酸化炭素ないしは二酸化炭素等を加えて同じく光分解することにより酸化物、窒化物、弗化物、炭化物、硼化物等としたことを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正方法。

【請求項5】液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正装置において、前記基板の面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、前記基板を固定して任意の位置に存在する欠陥部分に対して前記光学系の光軸を位置設定するX-Yステージと、前記ステージと前記光学系の少なくとも一部を収納した真空系を備えた排気真空室と、前記真空系の外部から塩素系ガスまたはフッ素系ガス、および有機金属の前駆物質およびこの前駆物質と反応を起こさせる各種ガスの混合体を前記欠陥部分に局所的に導入するガス導入系とを主要構成要素として具備したことを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正装置。

【請求項6】液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正装置において、前記基板の面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、前記基板上に局所的な真空を形成する局所真空系と、この局所真空系に各種前駆物質およびこの前駆物質と反応を起こさせる各種ガスの混合体を導入するガス導入系と、前記基板を固定して任意の位置に存在する欠陥部分に対して前記光学系の光軸を位置設定するX-Yステージとを主要構成要素として具備したことを特徴とする液晶表示素子の欠陥修正装置。

【請求項7】請求項6において、前記基板に近接させて、前記光学系から出射されるエキシマレーザー光の結像に必要な全ての光束を通過させるのに十分な大きさと形状の開口を有する遮蔽板を備え、前記ガス導入系が前記遮蔽板の上方から前記成膜用のガスを前記修復部分に吹き付けると共に、前記基板と前記遮蔽板の間の空間で上記ガスを排気する構成を有したことを特徴とするエキシマレーザー表示素子の欠陥修正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示素子の修復に係り、特にそのTFT基板やカラーフィルタ基板等に形成された金属膜あるいは絶縁膜等の各種の薄膜構造の層ないしは全層に存在する全ての種類の欠陥を当該基板の最終工程において高精度かつ高信頼性をもって修復可能とした液晶表示素子の修正方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子を構成するTFT基板やカラーフィルタ基板に形成した各種の薄膜構造には、その製造工程において種々の欠陥部分が発生する場合がある。

【0003】特に、画像表示領域に残留した余分な膜、あるいは必要な膜の欠落、平坦性劣化部分の存在は、画像品質に直接的に悪影響を及ぼす。

【0004】従来は、上記のような欠陥の内、余分な部分はレーザーの加熱作用で溶解ないし蒸発によって除去し、断線等の欠陥部分に対してはレーザーを用いた有機金属の光分解および熱分解による局所的な成膜、すなわち、LCVD (Laser assisted chemical vapour deposition) を用いている。

【0005】このLCVDは、原理的にはよく知られた技術であり、1983年頃から金属の成膜に用いた例としてAl、Au、Fe、Ni、Pd等の成膜の報告がある。また、絶縁体や半導体では、Al₂O₃、SiO₂、α-Si、α-Ge等が報告されている。

【0006】しかし、これら大多数の金属および全ての絶縁体、半導体は実際には研究開発の段階であり、実用には至っておらず、現在実用されているのはある種類の金属の成膜のみである。

【0007】この種の膜構造の欠陥修復の実例として、米国マイクロン社のフラットパネルディスプレイレーザーリペア装置(MICRON L1-D)がある。この装置は、金属成膜としてアルゴンレーザーを用い、カッティング用としてYLFパルスレーザー(YAGパルスレーザー)を用いている。成膜できる金属はCoとPtであり、修復は一層の場合のみである。

【0008】プロセスガスはHe、CO、CO₂(CO)₈の混合ガスである。レーザーのビーム径は1.5μmで、これをスキャンすることにより、最大250×250μmの領域を成膜できる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来技術は本質的に一層だけの修正であり、液晶表示素子の製造における各工程ごとにそれぞれの基板(TFT基板、あるいはカラーフィルタ基板)の検査を行い、必要に応じてその都度修正しなければならない。

【0010】しかし、このような方法は、基板が汚染される機会を増やすことになり、かつ工程時間を長くなる。その上、この一層の欠陥修正自体がまた多くの問題をもっている。即ち、この種の基板上に形成される膜は複数層からなるものが多く、従来技術においては、不要部分の除去は主としてレーザーの熱作用を用いているため、複数層の膜構造の各層を構成する材料によっては、端部の構造が修正に適した構造となっていない場合があり、その上への成膜のために適切な状態となっていない場合がある。

【0011】また、欠陥欠陥の修正すなわち修復は金属膜についてのみで、かつ一層にのみ限られている。しかしながら、通常のTFT構造では金属-絶縁膜-金属という構成が一般的であるため、実際には絶縁膜の欠陥の修正が必要である。

【0012】さらに、欠陥部分の形状は一般に不規則であるため、元の膜と修復した膜との接合性をよくするためには欠陥部分の整形が必要となる。しかしながら、上記したように、従来技術の修正方法では、欠陥部分を除去した後の形状は不規則となり、各層の成膜の接合部分の信頼性に問題があった。

【0013】本発明は上記従来技術の諸問題を同時に解決するものであり、その第1の目的は液晶表示素子の各基板の最終工程においてのみ欠陥修正をおこない、金属、絶縁膜からなる多層構造の全ての種類の欠陥の修正、すなわち、多層での不要部分の除去、欠陥欠陥の修正を行って完全な修復を行うことができる液晶表示素子の修正方法を提供することにある。

【0014】また、本発明の第2の発明は、上記方法を

実現した修正装置を提供することにある。

【0015】

【問題を解決するための手段】本発明は、エキシマレーザーのアブレーション現象または光分解反応性エッチングを用いた局所の膜(欠陥部分の膜)の除去と同レーザーを用いたLCVD(Laser assisted chemical vapour deposition)による同局所の成膜を各々独立に、または組み合わせて、例えばTFT基板の工程完了後に欠陥を修正するために、以下の手段を用いる。

【0016】手段1: 欠陥部分の膜をエキシマレーザーのアブレーション現象または光分解反応性エッチングを用いてその複数層の最上層から欠陥各層の内最下層までを一定形状にエッチングする。この時、その次の層を前の層のエッチング形状よりも小さくエッチングし、以下この様に順次に欠陥層を整形して欠陥部分を完全に除去した後、最下層から上記LCVDによって各層を修復する。

【0017】手段2: エッチングは塩素系または弗素系のガスを用い、成膜は上記LCVDにより、金属膜はAl、Cr、Ta、W、Mo、Ti等の有機金属の前駆物質を光分解することにより、また絶縁膜は前記有機金属の前駆物質に酸素、窒素、弗素、一酸化炭素ないしは二酸化炭素等を加えて同じく光分解することにより酸化物、窒化物、弗化物、炭化物、硼化物等とする。

【0018】手段3: 修正装置は、基板面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、TFT基板を固定して任意の欠陥部分に前記エキシマレーザーの光学系の光軸位置に設定できるX-Yステージと、このステージと上記光学系の一部を収納する排気真空室と、この真空系の外部から酸素、窒素、弗素、一酸化炭素ないしは二酸化炭素等の各種ガスおよび前記前駆物質とこれと反応を起こさせる各種ガスの混合体を欠陥部分に局所的に導入するガス導入系とを主要構成要素とする。

【0019】手段4: 修正装置は、基板面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、基板上に局所真空を実現する局所真空系と、この真空系に各種前駆物質およびこれと反応を起こさせる各種ガスの混合体を導入するガス導入系とTFT基板を固定して、任意の欠陥に対し、これを光学系の光軸位置に設定できるX-Yステージを主要構成要素とする。

【0020】手段5: 上記手段4において、結像に必要な全ての光束を通過させるのに十分な大きさ形状の開口を有する遮蔽板を基板に近接させて置き、遮蔽板の上方から成膜用のガスを修正部分に吹き付け、基板と遮蔽板の間の空間でこれを排気する様に構成する。

【0021】すなわち、上記第1の目的を達成するために、請求項1に記載の第1の発明は、液晶表示素子を構成する基板上に形成した薄膜に存在する局所的な欠陥を

修正する液晶表示素子の欠陥修正方法として、エキシマレーザーによるアブレーション現象または光分解反応性エッチングの何れかによる前記局所的な欠陥部分の薄膜の除去と、エキシマレーザーを用いたLCVDにより前記除去された欠陥部分に所要の薄膜を成膜することを特徴とする。

【0022】また、上記第1の目的を達成するために、請求項2に記載の第2の発明は、液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正方法として、前記複数層の薄膜構造の欠陥部分をエキシマレーザーのアブレーション現象または光分解反応性エッチングの何れかを用いて前記欠陥部分を構成する複数層の最上層から内最下層まで一定形状に順次エッチングするに際し、次にエッチングする層をその前層のエッチング形状よりも順次小さくエッチングして前記欠陥部分を構成する各を整形しつつ、前記欠陥部分を完全に除去した後、前記最下層からLCVDにより前記各層を順次成膜して修正することを特徴とする。

【0023】さらに、上記第1の目的を達成するために、請求項3に記載の第3の発明は、前記基板が液晶表示素子を構成するTFT基板もしくはカラーフィルタ基板であり、前記欠陥部分の前記除去工程と前記成膜工程を、前記基板の製作工程終了後に、各々独立にまたは同時に実行することを特徴とする。

【0024】さらに、上記第1の目的を達成するために、請求項4に記載の第4の発明は、上記第1、第2または第3の発明の何れかにおいて、前記エッチングを塩素系または弗素系のガスを用い、前記LCVDによる前記成膜のうち金属膜はAl、Cr、Ta、W、Mo、Ti等の有機金属の前駆物質を光分解することにより、また絶縁膜は前記有機金属の前駆物質に酸素、窒素、弗素、一酸化炭素ないしは二酸化炭素等を加えて同じく光分解することにより酸化物、窒化物、弗化物、炭化物、硼化物等としたことを特徴とする。

【0025】そして、上記第2の目的を達成するために、請求項5に記載の第5の発明は、液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正装置であって、前記基板の面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、前記基板を固定して任意の位置に存在する欠陥部分に対して前記光学系の光軸を位置設定するX-Yステージと、前記ステージと前記光学系の少なくとも一部を収納した真空系を備えた排気真空室と、前記真空系の外部から塩素系ガスまたはフッ素系ガス、および有機金属の前駆物質およびこの前駆物質と反応を起こさせる各種ガスの混合体を前記欠陥部分に局所的に導入するガス導入系とを主要構成要素として具備したことを特徴とする。

【0026】そしてまた、上記第2の目的を達成するた

めに、請求項6に記載の第6の発明は、液晶表示素子を構成する基板上に形成した複数層の薄膜構造に存在する局所的な欠陥部分を修正する液晶表示素子の欠陥修正装置であって、前記基板の面にエキシマレーザー光によって照射されたマスクパターンを結像させる光学系と、前記基板上に局所的な真空を形成する局所真空系と、この局所真空系に各種前駆物質およびこの前駆物質と反応を起こさせる各種ガスの混合体を導入するガス導入系と、前記基板を固定して任意の位置に存在する欠陥部分に対して前記光学系の光軸を位置設定するX-Yステージとを主要構成要素として具備したことを特徴とする。

【0027】そしてさらに、上記第2の目的を達成するために、請求項7に記載の第7の発明は、上記第6の発明における前記基板に近接させて、前記光学系から出射されるエキシマレーザー光の結像に必要な全ての光束を通過させるのに十分な大きさ形状の開口を有する遮蔽板を備え、前記ガス導入系が前記遮蔽板の上方から前記成膜用のガスを前記修復部分に吹き付けると共に、前記基板と前記遮蔽板の間の空間で上記ガスを排気する構成を有したことを特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】液晶表示装置を構成する基板、例えばTFT-LCDのパターン欠陥は二種類に大別出来る。

【0029】その第1は、所謂ショート欠陥である。これは配線間、画素—配線間等が導体によって繋がるタイプである。このショート欠陥の修正は、レーザー光による導体の加熱溶解によって切断する。

【0030】通常YAGレーザーの基本波長ないし高調波を用いる場合が多い。この場合、レーザービームを1〜2μmφに絞って、スキャンによって切断する。エキシマレーザーを用いる場合、ビームの集光、スキャンによる方法または切断部に対応したパターンをマスクによって結像し、加熱溶解または材料によっては非熱的アブレーションによって切断することになる。

【0031】しかしながら、非熱的アブレーションの場合は良いが、加熱溶解の場合、切断された端部の構造は必ずしも実用に耐得るレベルにならない。このような場合は、反応性のガスによるリアクティブなエッチングを行うのが有利である。

【0032】第2のタイプの欠陥は、所謂オープン欠陥である。これはパターンの欠落であり、このオープン欠陥の修正（修復）は局所的な成膜により行う。

【0033】局所的な成膜が可能な方法はLCVDである。この方式は蒸気または気体状の媒質を光照射の手段で励起させ化学反応により生じた物質を基板上に堆積させる成膜方法である。

【0034】上記励起の手段としては熱励起（pyrolytic）、光励起（photolytic）がある。

【0035】熱励起の場合はレーザーを熱源として用いるが、低温では成膜スピードが低く、高温ではレートは高くなるが基板にダメージを与え易い。熱的作用には赤外または可視光(YAG、Ar等)のレーザーを用いる場合が多い。

【0036】光励起または光分解の場合は、ボンド(分子結合)の解裂に必要なエネルギーを持つ紫外光を用いるので、基板温度は低くて良い。従って下地のダメージにとっても有利である。特に、エキシマレーザーを用いると、高いエネルギー密度のため成膜スピードを上げる10ことができ、さらにパルスレーザーであるために膜厚を精密にコントロールすることが出来る。その上、光ビーム面積が大きいため、適当な結像光学系を用いることにより、光ビームをスキャンすることなく精密なパターンの成膜が可能である。

【0037】更に、絶縁体の成膜は、通常、有機金属と他の反応用のガスとの混合で行われるが、反応エネルギー的に熱分解よりも光分解の方が有利である。

【0038】以上は単層の切断または成膜を念頭に置いた議論であり、TFT基板に成膜されるような多層の膜構造では、各層の完成後に検査をして、修正を行うことが前提となる。

【0039】ただし、実際には検査時の汚染、工程時間の追加等の問題が起こり、特に、歩留がある程度以上になると、工程途中での検査は実質ロス時間となる。このために、基板製作工程完了後のみ検査を行うことが望ましいが、この場合、欠陥は複数の層にまたがった形態を取ることが多くなる。

【0040】このような欠陥に対しては、欠陥の無い層までエッチングをして、次に各層を成膜して行くという修正方法をとることになる。

【0041】図1は本発明による液晶表示素子の欠陥修正方法の原理を説明する多層薄膜の断面を示す模式図であって、1は基板(ガラス基板、ここではTFT基板)、2はゲート線、3は絶縁膜、4はドレイン線、5は欠陥部分、6は除去領域を示す。なお、同図(b)(c)では最下層のゲート線2は同図(a)の断面そのものではなく、分かり易くするために欠陥除去部分の左右にも示してある。また、ドレイン線4の上層には保護膜が形成されているが、図示は省略してある。

【0042】また、具体的な薄膜トランジスタ素子構成としては、公知ではないが、同一出願人による特願平6-35613号がある。この出願では、ホット工程数を低減するため、ドレイン線下のN⁺型非晶質Si膜、i型非晶質Si膜、窒化Si膜を1つのマスクでパターン形成する旨の記載があるが、図1に示す平面図、断面図と同様の構成となっている。

【0043】同図において、(a)に示す様にゲート線2とドレイン線4が接触した所謂ショート欠陥が発生した様子を示す。ゲート線2とドレイン線4は薄膜からな

り、これらの膜および両者の間に成膜された絶縁膜3からなる複数層にまたがる欠陥である。

【0044】このような複数層に跨がる欠陥に対し、(b)に示す様に各層をエッチングする。この場合、上層の薄膜程、そのエッチング幅を大きくする。すなわち、ドレイン線4のエッチング面積を最大とし、その下層の絶縁膜3、さらにその下層のゲート線2のエッチング幅のエッチング面積を順次小さくして行く。

【0045】そして、除去された欠陥部分に対し、(c)に示す様に最下層のゲート線2から成膜を行って修復ゲート線部分2'、絶縁膜部分3'、ドレイン線部分3'の順序でそれぞれの成膜材料を用いた成膜を行って修正を完了する。

【0046】なお、TFTを構成する材料の多くは金属材料からなるため、非熱的なアブレーションができない。従って、この部分の薄膜のエッチングには、一般的には塩素系やフッ素系の様なリアクティブな反応性ガスの光分解により行う。

【0047】エキシマレーザーを用いた修正系は、上記の一連のプロセスを同一の光学系および局所真空ガス導入系で行えるところが有利な点である。

【0048】上記各層の除去および修正プロセスで変更するところは、レーザーのエネルギー密度、投射マスク、および使用するガスの種類である。

【0049】図2は本発明による欠陥修正装置のマスク結像光学系の構成を説明する模式図であって、10はエキシマレーザー、11は照明光学系、12はミラー、13はマスク、14は結像レンズ系、15は基板を載置するX-Yステージ、16は成膜用ガスの導入系および局所真空系、17はモニター系、18はダイクロイックミラーである。

【0050】この光学系の結像レンズ系14とX-Yステージ15の間に成膜用ガスの導入系および局所真空系16を配置する。なお、結像レンズ系14と成膜用ガスの導入系および局所真空系は一体化構造として良い。

【0051】マスク13としては図1の(b)に示したような整形を行うために、開口面積および形状の異なる複数個用意し、ドレイン線4、絶縁膜3、ゲート線2の各層を順次除去するように交換して設置する。

【0052】また、欠陥部分の監視/観察のために、可視光の照明をもつモニター系17を備えている。

【0053】図3は図2に示した本発明による欠陥修正装置のマスク結像光学系の具体的な構成例の説明図であって、照明光学系11はエキシマレーザー10からのレーザー光を平行光とするレンズ11aと、平行に入射したレーザー光を小面積の光ビームに分割してそれぞれを集光する分割レンズアレー11bとこの分割レンズアレー11bから出射した各レーザー光束を同一面積に集光する集光レンズ11c、および結像光学系14の入射瞳14'に前記分割レンズアレー11bによる焦点アレー

の像を結像するレンズ11dとから構成される。

【0054】なお、前記分割レンズアレー11bは光軸と直交方向に交差配置した二組の半円筒レンズ群から構成される。また、マスク13はマスク支持板13'に載置されている。

【0055】図4は図2に示した本発明による欠陥修正装置のガス導入系および局所真空系の構成例を説明する概念図である。ガス導入系および局所真空系16は全体として円盤状をなし、同図はその断面構造を示す。

【0056】同図において、16aは結像光学系からの光を透過する透過窓で、エキシマレーザー光が透過する石英板である。このガス導入系および局所真空系16の導入口16bから中心の空間室に導入された成膜用ガスは隔壁16cに形成された開口16dを通してX-Yステージ15上に置かれた基板1に形成された多層膜の欠陥部分に吹き付けられ、透過窓16aを通して投射されるエキシマレーザー光19により光分解されて欠陥部に成膜される。

【0057】隔壁16cの役割は透過窓16aと隔壁16cの間の空間室に生じる微細な粒子を除去するものである。

【0058】残りのガスは多段の排気口16e、16fを通して排気される。この時、外気である空気も罅16gの下を通して外側の排気口16fから排気される。なお、排気口は上記の2個のみを示したが、これはあくまで例示であって、2以上の複数開口の多段とすることができる。

【0059】欠陥部分に成膜用のガスのみが到達するようにするために、排気口16fからの排気特性と罅16gの構造および隔壁16cと罅16gの基板1との間のギャップによる気体のコンダクタンスで調節する。

【0060】リアクティブなエッチングの場合は、多段の排気口16e、16fの一番内側の排気口16eから反応性ガスを導入して、逆に導入口16bおよび残りの排気口から排気する。エキシマレーザー光でのエッチングは反応性ガスが形成する表面層をアブレートすると考えられているからである。

【0061】以下、本発明の実施例につき、図面を参照してさらに詳細に説明する。

【0062】図5は本発明による液晶表示素子の欠陥修正方法の1実施例を説明するための模式図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図である。

【0063】同図において、Alのゲート線(下層薄膜)2を覆ったSi₃N₄の絶縁膜(中間薄膜)3を介してCrのドレイン線(上層薄膜)4が形成されているTFT基板の多層薄膜構造において、上記三層に跨がって存在する欠陥部分5の様子を示す。

【0064】この欠陥部分5の修正の第一段階は、前記図1の(b)で説明したように、当該欠陥部分を整形す

ることである。

【0065】図6は図5に示した欠陥部分の除去プロセスの説明図であって、20、20'および20''は第1、第2および第3のマスクの開口であり、マスク自体は図示していない。

【0066】まず、最初に、(a)に示したように、ドレイン線4にかかる欠陥に対して開口20を有する第1のマスクを用いて基板面の欠陥部分に結像し、上層のドレイン線4であるCr膜をアブレーションまたはCl₂ガス、ないしはBCl₃ガスを用いたリアクティブなエッチングにより除去する。

【0067】この時に用いたエキシマレーザー光の波長は248nm(KrF)で、基板面でのエネルギー密度は150mJ/cm²である。

【0068】続いて、開口20'を有する第2のマスクに交換し、エキシマレーザー光のエネルギー密度を250mJ/cm²まで上げて次の層である絶縁膜を構成するSi₃N₄層をアブレーションによって取り除く。

【0069】最後に、開口20''を有する第3のマスクを用いて、最下層であるゲート線2を構成するAl膜をCl₂ガスないしはBCl₃ガスを用いたリアクティブなエッチングにより除去する。なお、図中3'は第2のマスクにより除去された絶縁膜の縁である。

【0070】ドレイン線やゲート線を構成する金属膜を除去する場合に用いるマスクは、レーザー波長λ=248nmに対するSiO₂とHfO₂のλ/4厚みの多層反射膜をガラス等の基板にパターン形成したものである。

【0071】以上のプロセスにより図5に示した欠陥部分の除去が完了する。

【0072】図7は図6に示したプロセスによって除去された欠陥部分の説明図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のB-B線に沿って矢印C-C方向に見た断面図である。

【0073】同図に示したように、欠陥部分の各薄膜は下層の薄膜が順次露出するように除去面積が上層程大きくなっている。

【0074】こうして除去された欠陥部分の各薄膜の修正は、前記図1(c)で説明したように各層の成膜を行うことで実行される。

【0075】まず、ゲート線2の修復のために、Al成膜ガスとしてTEAA(triethylamine)を基板1の面上に約0.05mbarとなる様に流して、150mJ/cm²のエネルギー密度のエキシマレーザー光を照射する。

【0076】この時の成膜レートは約3Å/pulseであり、繰り返し周波数50Hzのとき約20秒で0.3μmの成膜ができた。この場合マスクは図6の20''を用いている。

【0077】次の絶縁膜3であるSi₃N₄層はヘリウ

11

ΔHeにジシラン (disilane) とアンモニア (ammonia) を混入したの混合ガスを用いる (10%ジシラン、10%アンモニア、80%He)。これを基板1面上で5 Torrとなる様に流し、100mJ/cm²、100Hzで照射した。このときの成膜レートは約20Å/secで、約4分で4000Åの膜厚を得ることができた。

【0078】そして、最上層のドレイン線であるCr膜は成膜ガスとしてCr(CO)₆を用いた。これを基板1の面上で0.5 Torrとなる様に流し、150mJ/cm²、100Hzで照射した。このときの成膜レートは約20Å/secで、約2分で2000Åの膜厚を得ることができた。

【0079】なお、ドレイン線4の上層には被覆される保護膜については説明しなかったが、この保護膜についても上記と同様の除去と成膜を行うことができる。

【0080】このようにして、欠陥部分の各薄膜を修復することができ、基板の製作工程の最終段階で欠陥部分の修正を行うことで、液晶表示素子の歩留りを著しく向上させることができる。

【0081】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、液晶表示素子を構成するTFT基板、あるいはカラーフィルタ基板を途中の製造工程で検査を行う必要がなく、最終工程の検査だけで全てのタイプの欠陥を修正することができるため、製造工程時間の短縮と液晶表示素子の実質的な歩留を略々100%とすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液晶表示素子の欠陥修正方法の原理を説明する多層薄膜の断面を示す模式図である。

10

20

30

12

【図2】本発明による欠陥修正装置のマスク結像光学系の構成を説明する模式図である。

【図3】図2に示した本発明による欠陥修正装置のマスク結像光学系の具体的な構成例の説明図である。

【図4】図2に示した本発明による欠陥修正装置のガス導入系および局所真空系の構成例を説明する概念図である。

【図5】本発明による液晶表示素子の欠陥修正方法の1実施例を説明するための模式図である。

【図6】図5に示した欠陥部分の除去プロセスの説明図である。

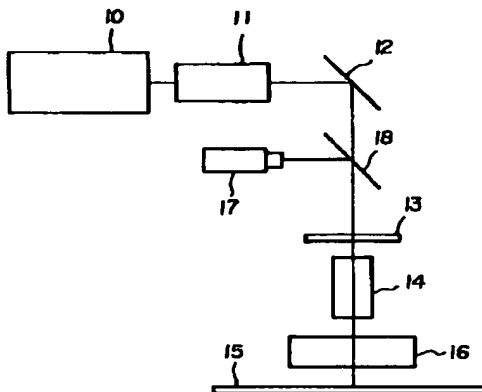
【図7】図6に示したプロセスによって除去された欠陥部分の説明図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 ゲート線
- 3 絶縁膜
- 4 ドレイン線
- 5 欠陥部分
- 6 除去領域
- 10 エキシマレーザー
- 11 照明光学系
- 12 ミラー
- 13 マスク
- 14 結像レンズ系
- 15 X-Yステージ
- 16 成膜用ガスの導入系および局所真空系
- 17 モニター系
- 18 ダイクロイックミラー。

【図2】

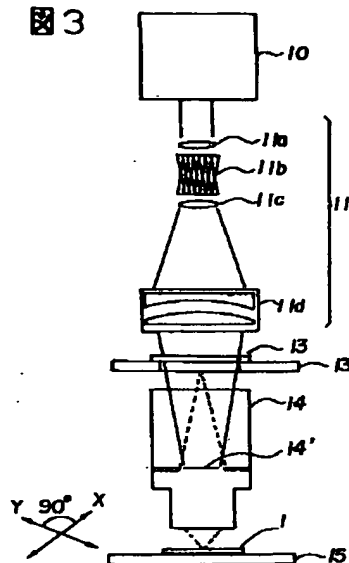
図2



- 10: エキシマレーザー
- 11: 照明光学系
- 12: ミラー
- 13: マスク
- 14: 結像レンズ
- 15: X-Yステージ
- 16: 局所真空系
- 17: モニター系

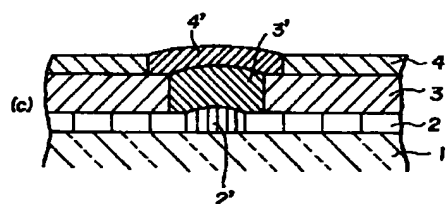
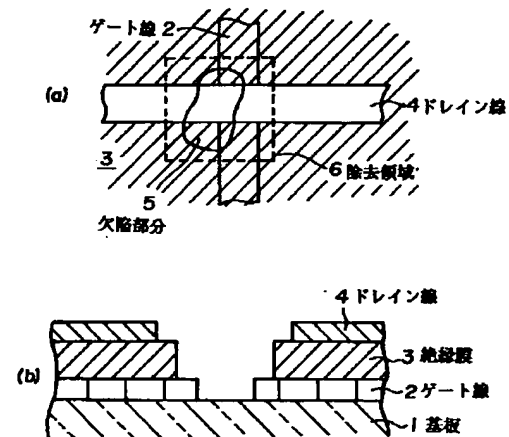
【図3】

図3



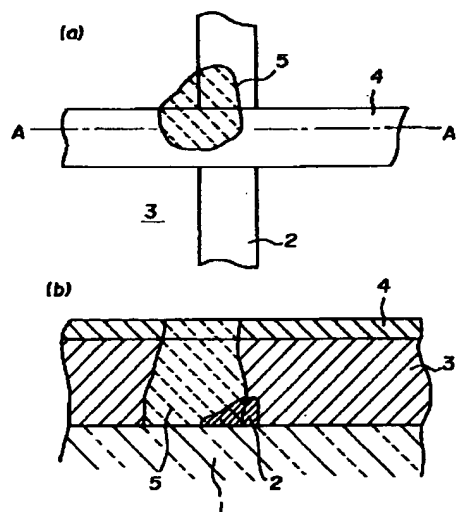
【図1】

図1



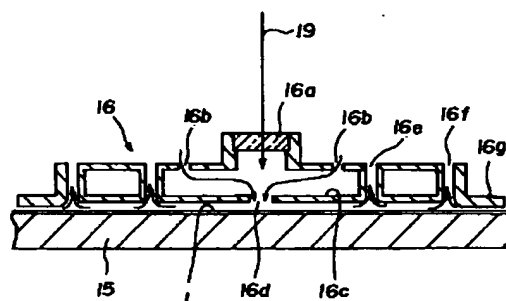
【図5】

図5



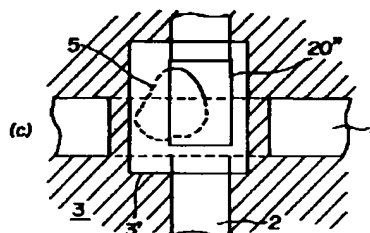
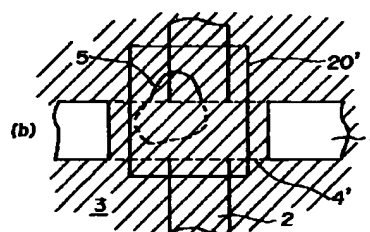
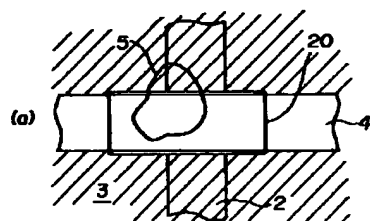
【図4】

図4



【図6】

図6



【図7】

図7

